

PTO 04-1274

Japan Kokai

Document No. 62-171351

OPTICAL DIGITAL TRANSMISSION EQUIPMENT

(Hikari Deijitaru Tenso Sochi)

Hiroshi MABUCHI and Seigo NAITO

UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Washington, D. C.

January 2004

Translated by: Schreiber Translations, Inc.

<u>Country</u>	:	Japan
<u>Document No.</u>	:	62-171351
<u>Document Type</u>	:	Kokai
<u>Language</u>	:	Japanese
<u>Inventor(s)</u>	:	Hiroshi MABUCHI Seigo NAITO
<u>Applicant</u>	:	Hitachi Cable Co., Ltd.
<u>IPC</u>	:	H 04 L 25/03 H 03 K 5/01 17/78 H 04 B 9/00 H 04 L 25/00
<u>Date of Filing</u>	:	January 24, 1986
<u>Publication Date</u>	:	July 28, 1987
<u>Foreign Language Title</u>	:	Hikari Deijitaru Tenso Sochi
<u>English Title</u>	:	OPTICAL DIGITAL TRANS- MISSION EQUIPMENT

SPECIFICATION

I. Title of the Invention

Optical Digital Transmission Equipment

II. Claims

An optical digital transmission equipment having an optical transmitter, an optical receiver and an optical fiber for transmitting a light between the both is characterized by the fact that

the said optical transmitter has two light-emitting elements, a circuit for driving one of said two light-emitting elements by in-phase component of an input electric signal and a circuit for driving the other of said two light-emitting elements by negative-phase component thereof, the said optical transmitter has two light-receiving elements for receiving an optical signal of in-phase component and an optical signal of negative-phase component of said light-emitting elements, and a parallel feedback type preamplifier for amplifying the output of said light-receiving elements is provided on the output side of said light-receiving elements.

¹ Numbers in margin indicate pagination in foreign text.

III. Detailed Description of the Invention

[Background and Purpose of the Invention]

The present invention relates to optical digital transmission equipment.

Optical digital transmission equipments have been used in all fields, and DC transmittable optical digital transmission equipment which has been used so far is illustrated by Fig. 5.

In the diagram, 1 is an optical transmitter and is built-in with a light-emitting elements 2 and a driving circuit of the light-emitting elements 2, and an electric signal is input at an input terminal a. 3 is an optical fiber and transmits a light of said light-emitting element 2 to a light-emitting element 4. 5 is a preposition amplifier and amplifies an output signal of the light-emitting element 4. 6 is a main amplifier and amplifies an output of the preposition amplifier 5. 7 is an automatic threshold control circuit (ATC), detects a peak value of output voltage of the main amplifier 6 and sets up a standard voltage. 8 is a comparator, compares outputs of the main amplifier 6 and ATC 7 and outputs a pulse signal if the both are coincident. The optical transmitter is constructed by the light-receiving element 4, preposition amplifier 5, main amplifier 6, ATC 7, and comparator 8.

In this optical digital transmission equipment, if an electric digital signal is input at the input terminal a, the light-emitting elements 2 is driven by operation of the transmitter 1 to convert the signal to a light, then the optical signal is incident into the optical fiber 3. The optical signal e transmitted through the optical fiber 3 is illuminated on the

/2

light-receiving element 4 and converted to an electric signal. This electric signal is amplified by the preposition amplifier 5, further amplified by the main amplifier 6 to become an output b and input into the comparator 8. This input voltage b is also input into ATC 7 at the same time. The ATC 7 detects a peak value of the voltage b, such a standard voltage c becoming the central value of its amplitude is generated and input into the comparator 8. The comparator 8 compares the output voltage b of main amplifier 6 with the standard voltage c and generates an output d at the time of the both voltage in agreement. When an optical signal d is DC transmitted, i. e., a signal with the optical signal e = 0 is continuously transmitted, the standard voltage c generates a very small voltage ΔV at zero time and takes it as lower limit level to prevent malfunction so as to make no malfunction at this zero signal.

Thus, the conventional example shown in Fig. 5 had such an advantage that the magnitude of signal could be transmitted by changing the signal from 0% to 100% even if it was a digital signal, on the other hand, the conventional example had such a problem that the pulse width of output d was different from the pulse width of input signal e due to a build-up characteristic of the standard voltage c.

Fig. 6 is an operation schematic diagram showing relations of the signals b, c, d, e, and t of horizontal axis represents the time.

As shown in e of the diagram, if a continuous signal of "0" level is incident and then a "1" signal of pulse width T_1 is incident into the light-receiving element 4, this "1" signal is photoelectrically converted by the light-receiving element 4, then amplified by the preposition amplifier 5 and main amplifier 6 and becomes a voltage of waveform as shown in E_b of b of same diagram. As shown in the diagram, this voltage becomes a trapezoidal shape with long build-up time and falling time due to effects of frequency characteristics of the preposition amplifier 5 and main amplifier 6. As shown by wires of the diagram, the standard voltage c always keeps a voltage of ΔV and the comparator 8 is not operated in a period of the optical signal $e = 0$, i. e., $E_b = 0$; if the signal $e = 1$ and an voltage

E_b is generated in the main amplifier 6, the ACT 7 inputs the voltage E_b to detect its amplitude, as shown in E_c of the diagram, the voltage rises from ΔV , and a voltage with an amplitude of roughly $1/2 E_b$ is generated. At this time, E_c comes to a constant value starting at a time of t_2 of the diagram because of a time delay needed for detection. Since the comparator 8 generates an output at a time that E_b and E_c are coincident, it does not operate at a time t_2 and operates at times t_1 and t_3 . Accordingly, the output becomes a pulse of pulse width T_2 as shown by E_d at d of the diagram, but this pulse has a pulse width T_2 longer than the pulse width T_1 of the input signal e and is transmitted as an output signal, therefore it causes such a fear that the giving and receiving of signals in the data transmission system become troublesome.

Thus, it is feared that this optical digital transmission equipment generates a waveform of output signal with a longer time width than that of input signal and gives an obstacle to the transmission system of signals.

The purpose of the present invention consists in providing an optical digital transmission equipment having an output signal of same pulse width as an input signal.

[Outline of the Invention]

The present invention contrives to achieve the purpose of equalizing the pulse width of an output signal to that of an input signal and is characterized by the fact that in an optical digital transmission equipment having an optical transmitter, an optical receiver and optical fiber for transmitting a light between the both, the said optical transmitter has two light-emitting elements, a circuit for driving one of said two light-emitting elements by in-phase component of an input electric signal and a circuit for driving the other of said two light-emitting elements by negative-phase component thereof, the said optical transmitter has two light-receiving elements for receiving an optical signal of in-phase component and an optical signal of negative-phase component of said light-emitting elements, and a parallel feedback preamplifier for amplifying the output of said light-receiving elements is provided on the output side of said light-receiving elements.

[Actual Examples of the Invention]

One actual example of the present invention is illustrated by drawings below.

Fig. 1 is the block diagram of one actual example of optical digital transmission equipment in the present invention, and the same symbols are attached to the same parts as Fig. 5.

In the diagram, 1', 2', 3', 4' are an optical transmitter, a light-emitting element, an optical fiber and a light-receiving element, respectively, and they are paired with the equivalent parts of Fig. 5. A system of the optical transmitter 1, optical light-emitting element 2, optical fiber 3 and light-receiving element 4 are operated by an in-phase component while a system is operated by a negative-phase component in an electric signal

/3

input at a terminal a in this system. 9 is a standard voltage circuit, is used in place of the ATC 7 and gives a voltage taken as standard voltage to a comparator 8.

Fig. 2 shows a circuit diagram of a preposition amplifier 5, 10, 11 are transistors, 12, 13, 14 are resistances, 15, 16 are source terminals, 17 is an output terminal. This amplifier circuit using transistor 10, 11 is a parallel feedback type amplifier circuit which is so constructed as to give a negative feedback to the transistor input-side 10 via the resistance 13 and is different from the conventional usage in that a light-receiving element 4' operated by an optical signal of negative-phase component of the input electric signal is connected to the base of transistor 10 and a grounding terminal 16 side.

In the optical digital transmission equipment of this actual example, if an electric signal is also input at the

terminal a, the light-emitting element 2 is illumined by the in-phase component of electric signal in the optical transmitter 1 and the light-emitting element 2' is illumined by the negative-phase component thereof in the optical transmitter 1'. The respective lights become emergent lights e, e' by optical fibers 3, 3' and transmitted to the light-receiving elements 4, 4'. The light-receiving elements 4, 4' receive the lights e, e' to generate an output, the output signal is amplified by the preposition amplifier 5, its output signal f is amplified by the main amplifier 6 to become an output b' and come into the comparator 8. The comparator 8 inputs this voltage b' and a standard voltage E_s made by the standard voltage circuit 9 simultaneously, compares the voltage b' and voltage E_s and outputs a voltage d'.

Fig. 3 is an operation schematic diagram showing the relation between the optical signals e, e' and the output voltage f of preposition amplifier 5, and the horizontal axis t represents the time.

Now, if the optical fiber 3 through which the optical signal e of in-phase component of the input electric signal passes and the light-receiving element 4 alone are connected in Fig. 2, and the output f of said preposition amplifier 5 generates a waveform as shown by E_e which fluctuates from a

constant level f' shown by a dotted line of the diagram to the grounding side corresponding to the optical signal e as shown in Fig. 3.

If the optical fiber 3 and the light-receiving element 4 are removed, the optical fiber 3' through which the optical signal e' of negative-phase component of the input electric signal passes and the light-receiving element 4' alone are connected, the output f generates a waveform as shown by E_e' which fluctuates from the level f' to the terminal side 15 corresponding to the optical signal e' . Accordingly, if both the optical fibers 3, 3' and the light-receiving element 4, 4' are connected as shown in Fig. 2, the output f becomes a waveform which fluctuates up and down from a constant DC level f' as shown by f of Fig. 3.

If the output f generates in the preposition amplifier 5, the output signals of the main amplifier 6, comparator 8 and standard voltage circuit 9 are as shown in Fig. 4, respectively.

Fig. 4 is an operation schematic diagram showing a relation among the optical signal e , the output b' of main amplifier 6, the output of E_s of standard voltage circuit 9 and the output d' of comparator 8, and t represents the time.

In the diagram, if the optical signals e, e' of pulse width T_1 are given, as shown in Fig. 3, the preposition amplifier 5

generates the output f which fluctuates up and down about the level f' , therefore, as shown by b' of the diagram, the main amplifier 6 also generates the output voltage E_b' which fluctuates up and down about the voltage level shown by a dotted line c' . Like the case of Fig. 5, the build-up and falling characteristics of output voltage E_b' generates a time delay due to frequency characteristics of the preposition amplifier 5 and main amplifier 6, but the voltage level c' similarly becomes roughly $1/2$ of the amplitude of voltage E_b' as the voltage f' in Fig. 3 because the main amplifier 6 amplifies the output waveform of the preposition amplifier 5 shown in Fig. 2 without distortion, therefore, if the standard voltage E_s of the standard voltage circuit 9 is selected so that it is always coincident with this voltage level c' , the standard voltage E_s intersects with E_b' at a point of about $1/2$ of the amplitude of voltage E_b' , accordingly the comparator 8 operates at times t_4 , t_5 where the voltage E_b' and voltage E_s are coincident and, as shown by d' in the same diagram, generates an output E_d' whose pulse width is T_2' and $T_2' = T_1$.

Thus, this actual example enables to obtain a voltage pulse output having a pulse width always equal to the pulse width of the input optical signal.

Next, Fig. 7 shows another actual example of the present invention. The same symbols are used in the same parts as Fig. 1.

The light-emitting elements with different wavelengths are used in the light-emitting elements 2, 2' in the diagram. 15 is a wave synthesizer and combines optical signals of respective wavelengths in one optical fiber 3. 16 is a wave separator and

/4

separates an emergent light of the optical fiber 3 into respective wavelengths and projects the lights onto the light-receiving elements 4, 4' corresponding to the respective wavelengths.

This actual example enables to transmit the optical digital signal by only one optical fiber 3 and give same effects as the actual example shown in Fig. 1.

[Effects of the invention]

The present invention enables to provide an optical digital transmission equipment having an output signal of same pulse width as an input signal.

IV. Brief Description of the Drawings

Fig. 1 is the block diagram of one actual example of optical digital transmission equipment in the present invention,

Fig. 2 is the circuit diagram of a preposition amplifier of Fig. 1, Fig. 3 is the operation schematic diagram of Fig. 2, Fig. 4 is the operation schematic diagram of Fig. 1, Fig. 5 is the block diagram showing the conventional example, Fig. 6 is the operation schematic diagram of Fig. 5, Fig. 7 is the block diagram of another actual example of the present invention.

- | | | |
|-------|-----|--------------------------|
| 1, 1' | ... | optical transmitters |
| 2, 2' | ... | light-emitting elements |
| 3, 3' | ... | optical fibers |
| 4, 4' | ... | light-receiving elements |
| 5 | ... | preposition amplifier |
| 6 | ... | main amplifier |
| 8 | ... | comparator |
| 9 | ... | standard voltage circuit |

Fig. 1

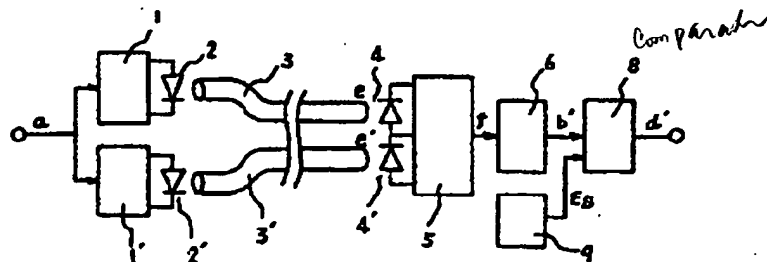


Fig. 2

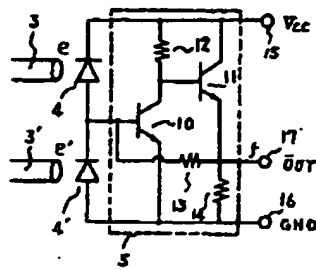


Fig. 3

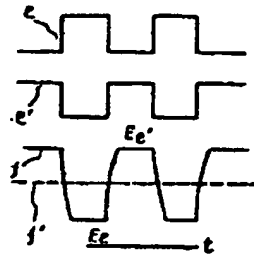


Fig. 4

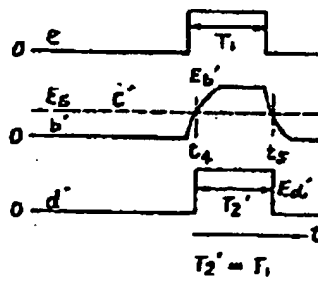


Fig. 5

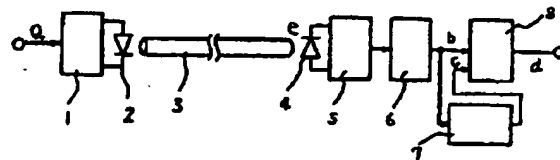


Fig. 6

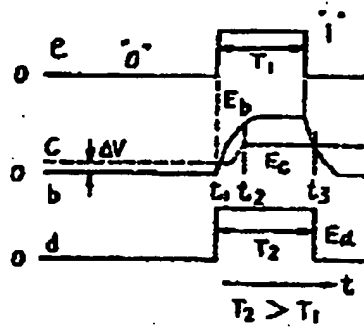
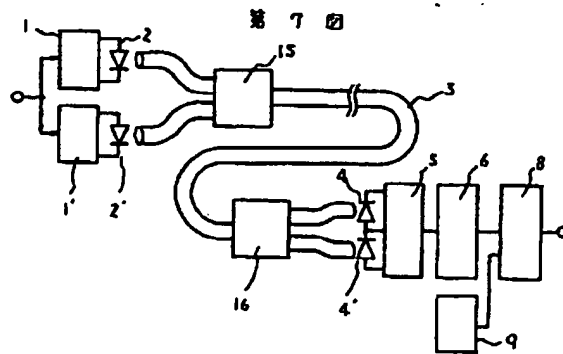


Fig. 7



⑬ 公開特許公報(A) 昭62-171351

⑤ Int. Cl.⁴

H 04 L 25/03
H 03 K 5/01
17/78
H 04 B 9/00
H 04 L 25/02

識別記号

庁内整理番号

Z-7345-5K
7259-5J
A-7190-5J
B-6538-5K
J-7345-5K

④ 公開 昭和62年(1987)7月28日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

④ 発明の名称 光デジタル伝送装置

⑥ 特 願 昭61-14380

⑥ 出 願 昭61(1986)1月24日

⑦ 発 明 者 馬 淵 浩 日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電線研究所内

⑦ 発 明 者 内 藤 清 吾 日立市日高町5丁目1番1号 日立電線株式会社電線研究所内

⑦ 出 願 人 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

⑦ 代 理 人 弁理士 薄田 利幸 外1名

明 細 書

1. 発明の名称 光デジタル伝送装置

2. 特許請求の範囲

- (1) 光送信器と、光受信器と、両者の間の光を伝送する光ファイバとを有する光デジタル伝送装置において、前記光送信器が、二個の発光素子と、入力電気信号の同相成分で前記発光素子の一方を駆動する回路と、逆相成分で前記発光素子の他方を駆動する回路とを有し、前記光受信器が、前記発光素子の同相成分の光信号と、逆相成分の光信号とをそれぞれ受光する二個の受光素子を有し、該受光素子の出力側に、該受光素子の出力を増幅する並列増幅型の前置増幅器が設けてあることを特徴とする光デジタル伝送装置。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の背景と目的〕

本発明は、光デジタル伝送装置に関するものである。

光デジタル伝送装置は各方面で用いられてい

るが、従来より使用されている直流伝送可能な光デジタル伝送装置を第5図により説明する。

図において、1は光送信器で、発光素子2および発光素子2の駆動回路を内蔵しており、入力端子aに電気信号が入力される。3は光ファイバで、発光素子2の光を受光素子4に伝送する。5は前置増幅器で、受光素子4の出力信号を増幅する。6は主増幅器で、前置増幅器5の出力を増幅する。7は自動しきい値制御回路(ATC)で、主増幅器6の出力電圧のピーク値を検出し、基準電圧を設定する。8は比較器で、主増幅器6とATC7の出力を比較し、両者の一致した時刻でパルス信号を出力する。受光素子4、前置増幅器5、主増幅器6、ATC7、比較器8により光受信器を構成している。

この光デジタル伝送装置では、入力端子aに電気的デジタル信号が入力されると、光送信器1の動作により、発光素子2が駆動されて光に変換され、光ファイバ3に光信号が入射される。光ファイバ3を伝送してきた光信号eは受光素子4

を照射して電気信号に変換される。この電気信号は前置増幅器5で増幅され、さらに主増幅器6で増幅されて出力 b となり、比較器8に入力される。この入力電圧 b は同時にATC7にも入力される。ATC7は電圧 b のピーク値を検出し、その振幅の中央値となるような基準電圧 c を生じ、比較器8に入力する。比較器8は増幅器6の出力電圧 b と基準電圧 c を比較し、両電圧の一致した時刻で出力 d を生ずる。基準電圧 c は光信号 d の直流伝送、すなわち光信号 e が零の信号を連続して送る場合この零信号で誤動作しないように、常時微小電圧 ΔV を生じており、これを下限レベルとして誤動作を防止している。

このように第5図に示す従来の実施例では、信号の大きさが0%から100%まで変るようなデジタル信号でも伝送できる利点があるが、一方では基準電圧 c の立上り特性によって、出力 d のパルス幅が入力信号 e のパルス幅と異なるという問題があった。

第6図は各信号 b 、 c 、 d 、 e の関係を示す動

と t_3 で動作することになる。したがってその出力は図の d における E_d に示すように、パルス幅 T_2 のパルスとなるが、このパルスは図より明らかなように、パルス幅 T_2 が入力信号 e のパルス幅 T_1 より長く、これが出力信号として伝送されてゆくの、データ伝送システムにおける信号の授受が面倒となるおそれが発生することになる。

このようにこの光デジタル伝送装置では、入力信号波形よりも時間幅の長い出力信号波形が生じ、信号の伝送システムに障害を与えるという短点があった。

本発明の目的は、入力信号と同一パルス幅の出力信号を有する光デジタル伝送装置を提供することにある。

〔発明の概要〕

本発明は、光送信器と、光受信器と、両者の間の光を伝送する光ファイバとを有する光デジタル伝送装置において、前記光送信器が、二個の発光素子と、入力電気信号の同相成分で前記発光素子の一方を駆動する回路と、逆相成分で前記発光

作説明図で、横軸の t は時間を示す。

図の e に示すように、受光素子4に“0”レベルの連続信号が入射された後、パルス幅 T_1 の“1”信号が入射されると、この“1”信号は受光素子4で光電変換され、前置増幅器5および主増幅器6で増幅され、図 b の E_b に示すような波形の電圧となる。この電圧は前置増幅器5と主増幅器6の周波特性の影響により、図に示すように立上りおよび立下り時間の長い台形状の波形となる。基準電圧 c は図の電線に示すように、常時は ΔV の電圧を保ち、光信号 e が“0”、すなわち $E_b = 0$ の間では比較器8を動作させないようにしているが、信号 e が“1”となり、主増幅器6に電圧 E_b を生ずると、ATC7は E_b を入力してその振幅を検出し、図の E_c に示すように、 ΔV から上昇し、振幅が E_b の略1/2となる電圧を生ずる。このとき E_c は検出に要する時間遅れのため、図の時刻 t_2 で始めて一定値に達する。比較器8は E_b と E_c が一致した時刻で出力を生ずるから、時刻 t_2 では動作せず時刻 t_1

素子の他方を駆動する回路とを有し、前記光受信器が、前記発光素子の同相成分の光信号と、逆相成分の光信号とをそれぞれ受光する二個の受光素子を有し、この受光素子の出力側に、この受光素子の出力を増幅する並列帰還型の前置増幅器が設けてあることを特徴とし、入力信号に対し、出力信号のパルス幅が同一になるようにして目的の達成を計ったものである。

〔発明の実施例〕

以下、本発明の一実施例を図により説明する。

第1図は本発明の光デジタル伝送装置の一実施例のブロック図で、第5図と同一部分には同一符号が付けられている。

図において、1、2、3および4はそれぞれ光送信器、発光素子、光ファイバおよび受光素子で、これらは第5図の相当する部分と対をなしている。この系統は端子 a に入力される電気信号のうち、光送信器1、発光素子2、光ファイバ3および受光素子4の系統がその同相成分で動作するのに対し、逆相成分で動作する系統を示し

ている。9は基準電圧回路で、ATC7の代りに用いられ、基準となる電圧を比較器8に与える。

第2図は前置増幅器5の回路図を示すもので、10、11はトランジスタ、12、13、14は抵抗、15、16は電源端子、17は出力端子である。この増幅回路はトランジスタ10、11を用い、抵抗13を通して入力側トランジスタ10に負帰還を与えるように構成された並列帰還型の増幅回路で、入力電気信号の逆相成分の光信号で動作する受光素子4'をトランジスタ10のベース、接地端子16側に接続した点が従来の用法と異なっている。

この実施例の光ディジタル伝送装置では、端子aにも電気信号が入力されると、光送信器1は電気信号の同相成分で発光ダイオード2を発光させ、光送信器1'はその逆相成分で発光ダイオード2'を発光させる。それぞれの光は光ファイバ3、3'で出射光e、e'となり、受光素子4、4'に伝送される。受光素子4、4'は光e、e'を受光して出力を生じ、その出力信号は前置増幅器

5で増幅され、その出力信号fが主増幅器6で増幅されて出力b'となり、比較器8に入る。比較器8はこの電圧b'と基準電圧回路9による基準電圧E_Sを同時に入力し、電圧b'と電圧E_Sを比較して電圧d'を出力する。

第3図は光信号e、e'および前置増幅器5の出力電圧fの関係を示す動作説明図で、横軸tは時間を示す。

いま第2図において入力電気信号の同相成分の光信号eを通す光ファイバ3と受光素子4のみを接続すると、前置増幅器5の出力fは第3図に示すように光信号eに対応し、図の点線で示す一定のレベルf'から接地側に变化するE_eに示すような波形を生ずる。

また光ファイバ3、受光素子4を除き、電気信号の逆相成分の光信号e'を通す光ファイバ3'と受光素子4'のみを接続すると、出力fは光信号e'に対応し、レベルf'から端子15側に変化するE_{e'}に示す波形を生ずる。したがって両方の光ファイバ3、3'と受光素子4、4'を第

2図に示すように接続すると、出力fは第3図のfに示すように、一定の直流レベルf'から上下に変化する波形となる。

前置増幅器5に出力fが生ずると、主増幅器6、比較器8および基準電圧回路9の各出力信号はそれぞれ第4図に示すようになる。

第4図は光信号e、主増幅器6の出力b'、基準電圧回路9の出力E_Sおよび比較器8の出力d'の関係を示す動作説明図で、tは時間を示す。

図においてパルス幅T₁の光信号eおよびe'が与えられると、前置増幅器5は第3図に示したようにレベルf'を中心にして上下に変化する出力fを生ずるから、主増幅器6もこの電圧fを入力として、図のb'に示すように、点線c'に示す電圧レベルを中心にして上下に変化する出力電圧E_b'を生ずる。電圧E_b'の立上り、立下り時の特性は、第5図の場合と同様に、前置増幅器5および主増幅器6の周波数特性により時間遅れを生ずるが、この場合電圧レベルc'は主増幅器6が第2図に示す前置増幅器5の出力波形を重み

なく増幅するので、第3図における電圧f'と同様に電圧E_b'の振幅の略1/2となるから、基準電圧回路9の基準電圧E_Sを常にこの電圧レベルc'と一致するように選んでおけば、基準電圧E_SはE_b'の振幅の略1/2の点で交わることになり、したがって比較器8は図に示す電圧E_b'と電圧E_Sが一致する時刻t₄、t₅で動作し、図d'に示すように、パルス幅がT₂'でT₂'=T₁となる出力E_d'を生ずることになる。

このように本実施例においては、入力光信号のパルス幅と常に等しいパルス幅を有する電圧パルス出力を得ることができる。

次に、第7図は本発明の他の実施例を示すものである。第1図と同一部分には同じ符号が用いられている。

図において発光素子2、2'には波長の異なる発光素子を用いている。15は合波器で、それぞれの波長の光信号を一本の光ファイバ3に結合している。16は分波器で、光ファイバ3の出射

光をそれぞれの波長に分離し、それぞれの波長に対応する受光素子4、4'に投光するものである。

この実施例では一本の光ファイバ3のみで光デジタル信号を伝送することができ、第1図に示す実施例と同じ効果を得ることができる。

〔発明の効果〕

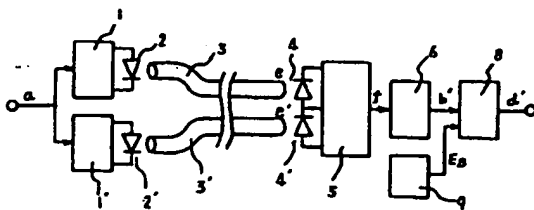
本発明によれば、入力信号と同一パルス幅の出力信号を有する光デジタル伝送装置を提供することができる。

4. 図面の簡単な説明

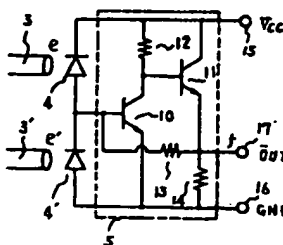
第1図は本発明の光デジタル伝送装置の一実施例のブロック図、第2図は第1図の前置増幅器の回路図、第3図は第2図の動作説明図、第4図は第1図の動作説明図、第5図は従来の実施例を示すブロック図、第6図は第5図の動作説明図、第7図は本発明の他の実施例のブロック図である。

- 1、1'…光発信器、
- 2、2'…発光素子、
- 3、3'…光ファイバ、
- 4、4'…受光素子、

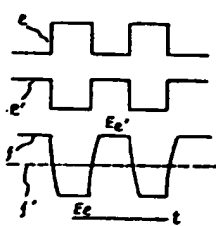
第1図



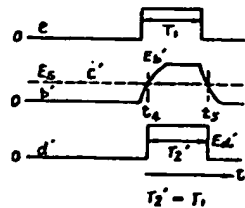
第2図



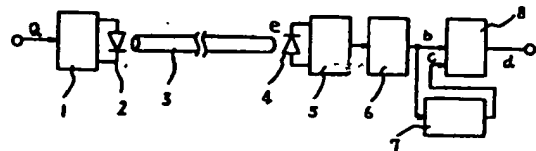
第3図



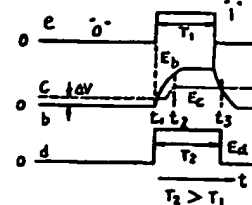
第4図



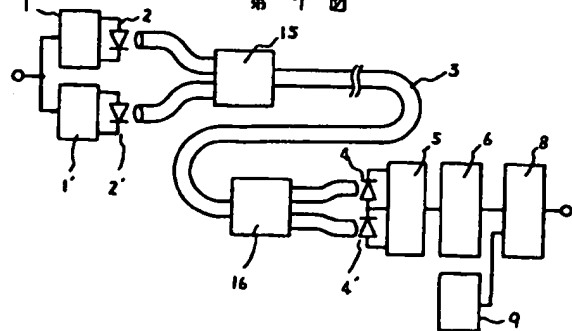
第5図



第6図



第7図



- 5…前置増幅器、
- 6…主増幅器、
- 8…比較器、
- 9…基準電圧回路。

代理人 介理士 佐藤 不二雄